

Estimas de abundancia combinando diferentes fuentes de datos: un modelo jerárquico integrado

Javier Fernández-López
CEFE - CNRS Montpellier, Francia



LIFE20 GIE/ES/00731

Co-financed by LIFE
Programme





- Introducción
- Modelización jerárquica e integración de datos
- Caso práctico: el conejo de monte en Castilla-La Mancha
- Resultados y validación
- Conclusiones





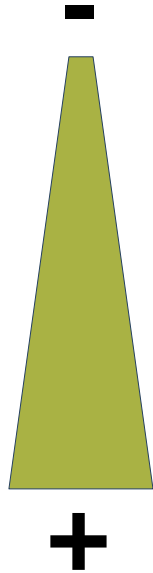
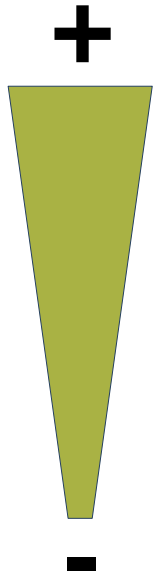
Distribución y abundancia

Evolución en el tiempo





DISPONIBILIDAD

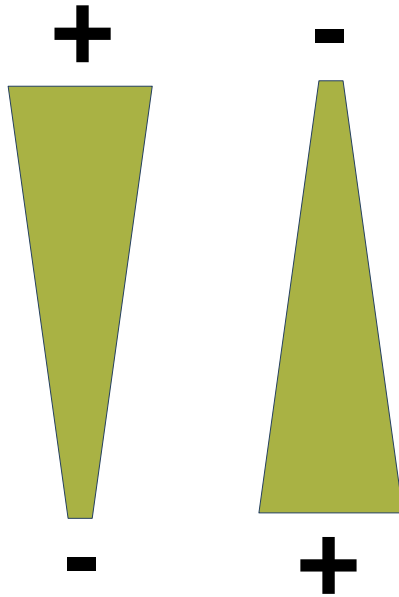


CALIDAD





DISPONIBILIDAD



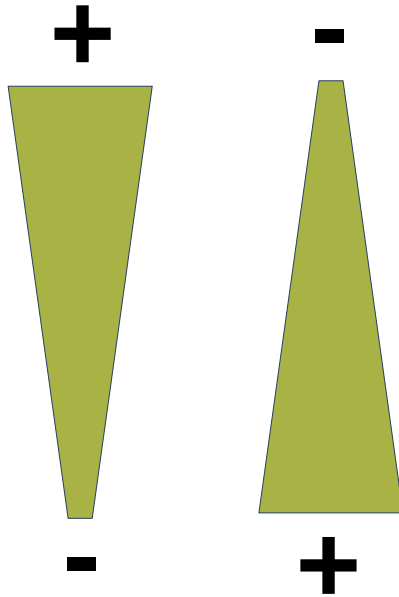
CALIDAD

- Registros oportunistas (ciencia ciudadana)
- Estadísticos de caza
- Indicios indirectos (conteo de letrinas)
- Muestreo de distancias ("*Distance sampling*")
- Captura marcaje y recaptura
- Otras...





DISPONIBILIDAD



CALIDAD

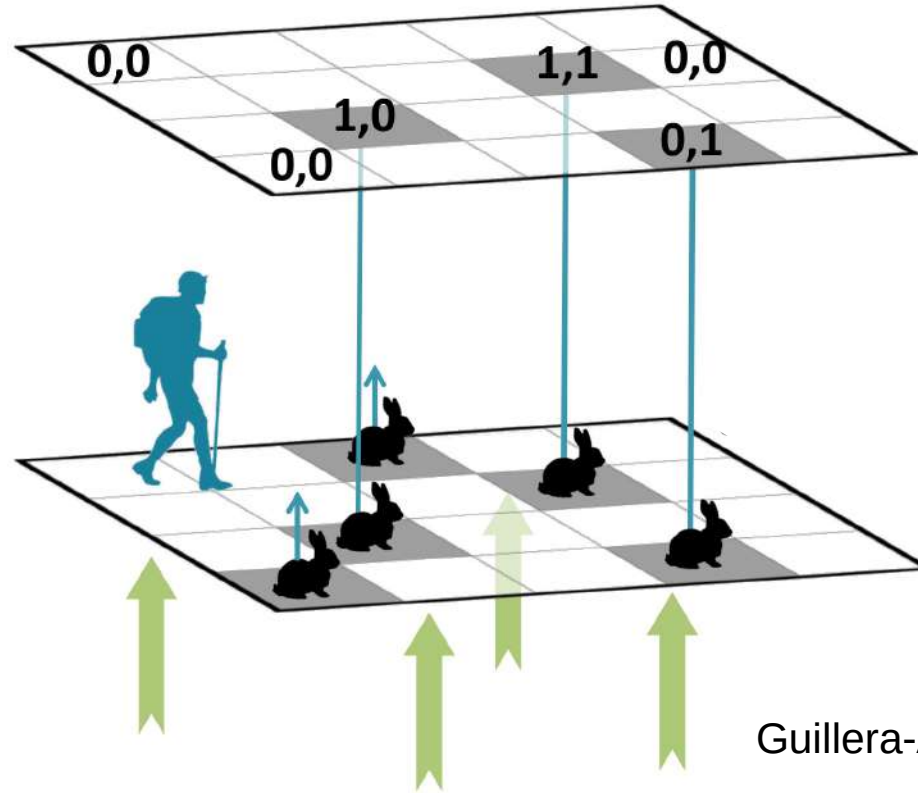
- Registros oportunistas (ciencia ciudadana)
- Estadísticos de caza
- Indicios indirectos (conteo de letrinas)
- Muestreo de distancias ("*Distance sampling*")
- Captura marcaje y recaptura
- Otras...

Beneficiarse de las fortalezas de cada fuente de datos y compensar sus debilidades





Proceso observacional
(ej. detección directa,
conteos de letrinas,
registros oportunistas...)



Proceso ecológico
(ej. presencia-ausencia,
abundancia)

Guillera-Arroitia et al. (2016)

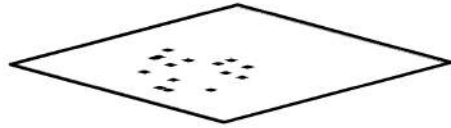


**B**

Conteos repetidos
(Fuente de datos 1)

Sitio	O1	O2	O3	O4
S ₁	6	5	2	4
S ₂	0	0	0	0
...
S ₁₅	1	2	2	0

$$y_{ij} | \mathbf{N}_i \sim \text{Binomial}(\mathbf{N}_i, p)$$

**C**

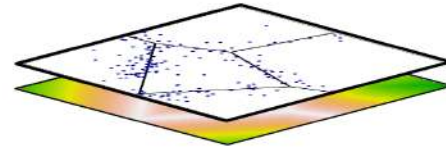
Registros oportunistas
(Fuente de datos 2)

lon	lat
-3.72	42.26
-2.87	41.76
...	...
1.65	42.96

$$y_i \sim \text{Bernoulli}(\psi_i)$$

$$\text{cloglog}(\psi_i) = \log(\lambda_i) + \log(S_i)$$

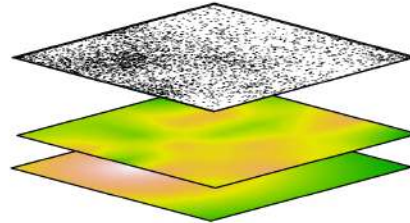
$$\text{logit}(S_i) = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{1i}$$

**A**

Abundancia
(Variable latente o de estado)

$$\mathbf{N}_i \sim \text{Poisson}(\lambda_i)$$

$$\log(\lambda_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i}$$



Proceso de Puntos de Poisson

Covariable X_1 : Cobertura de bosque

Covariable X_2 : Altitud

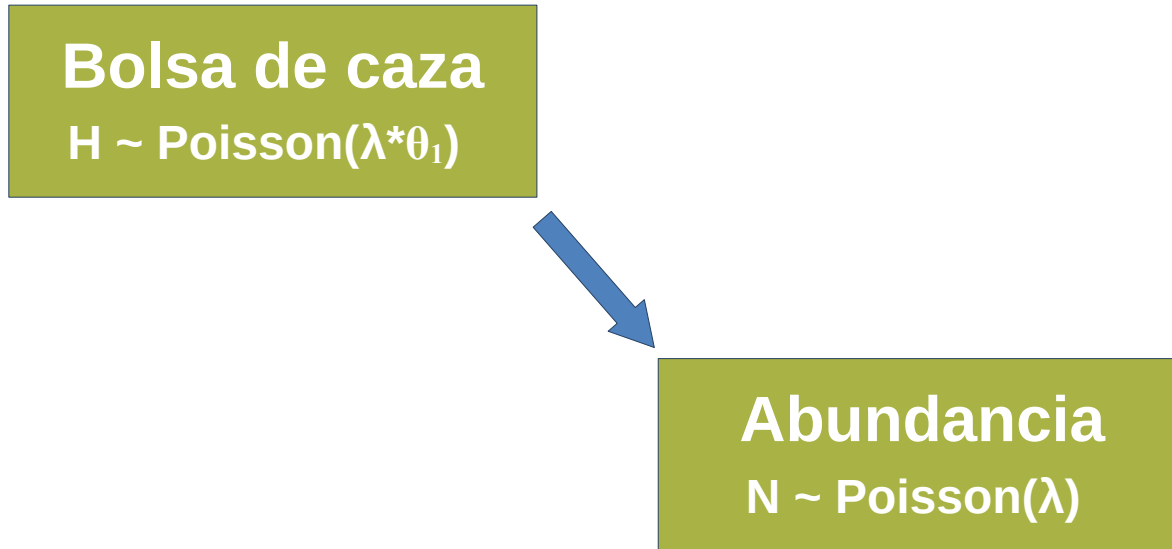


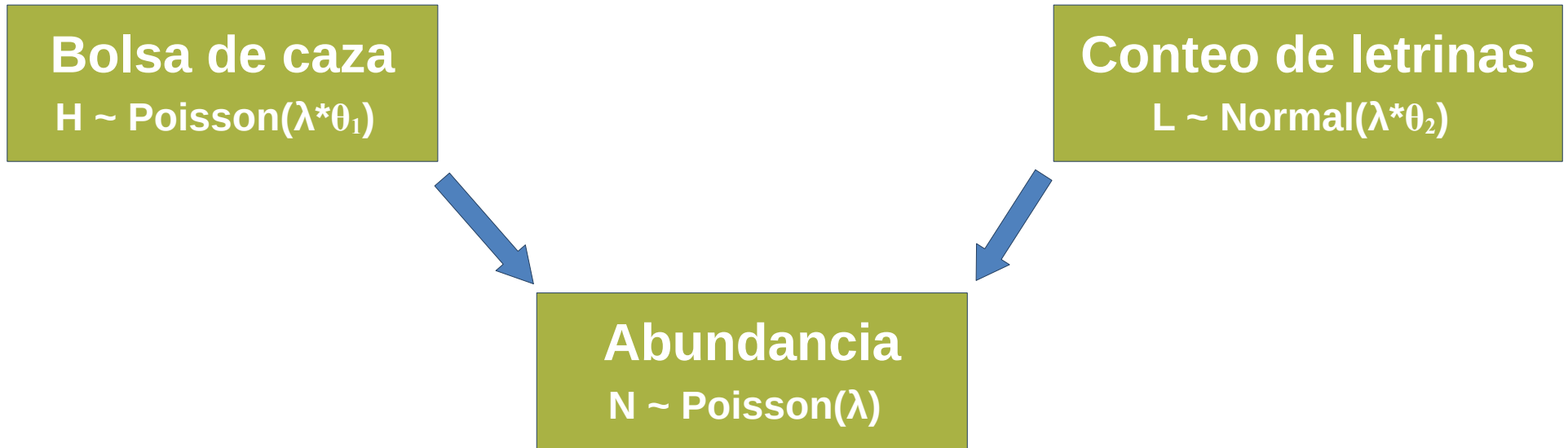


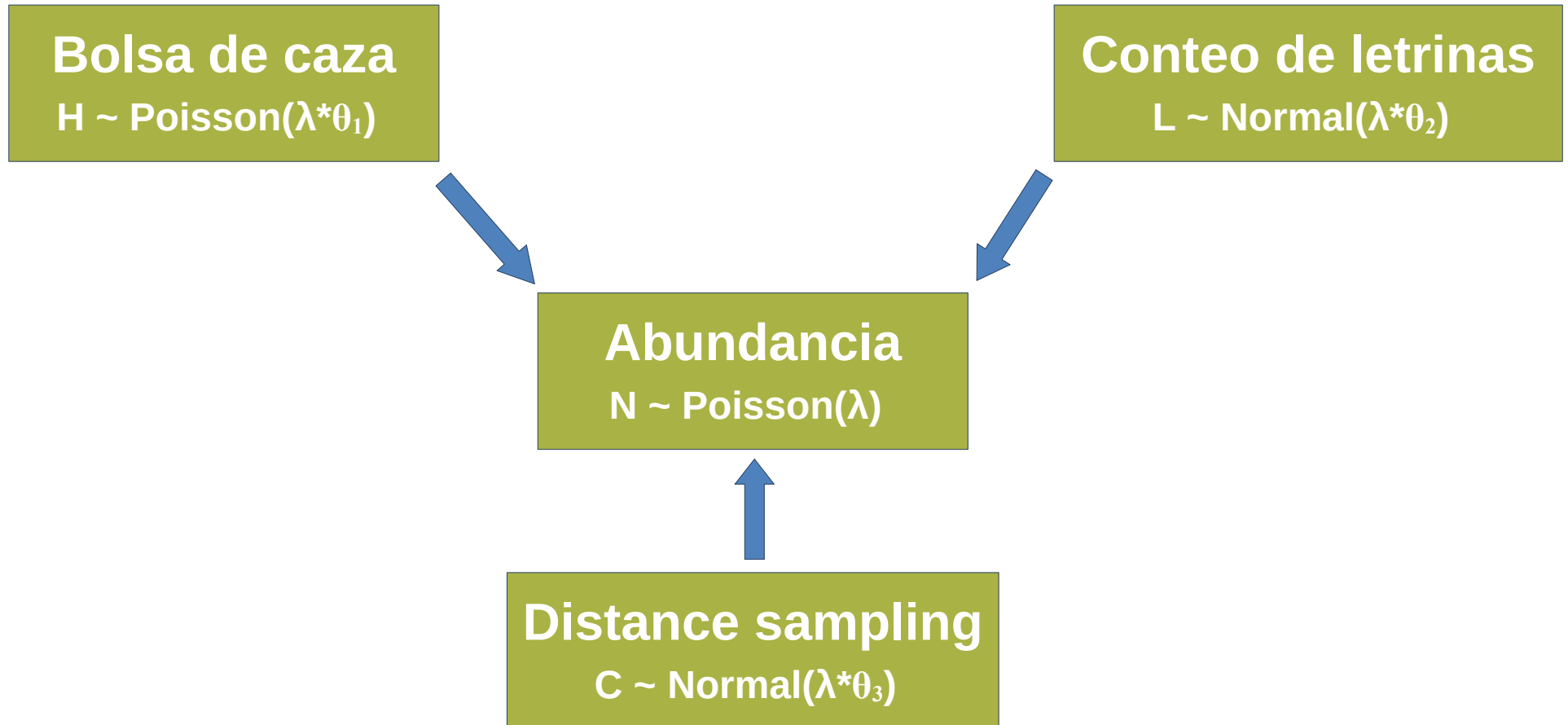
Abundancia

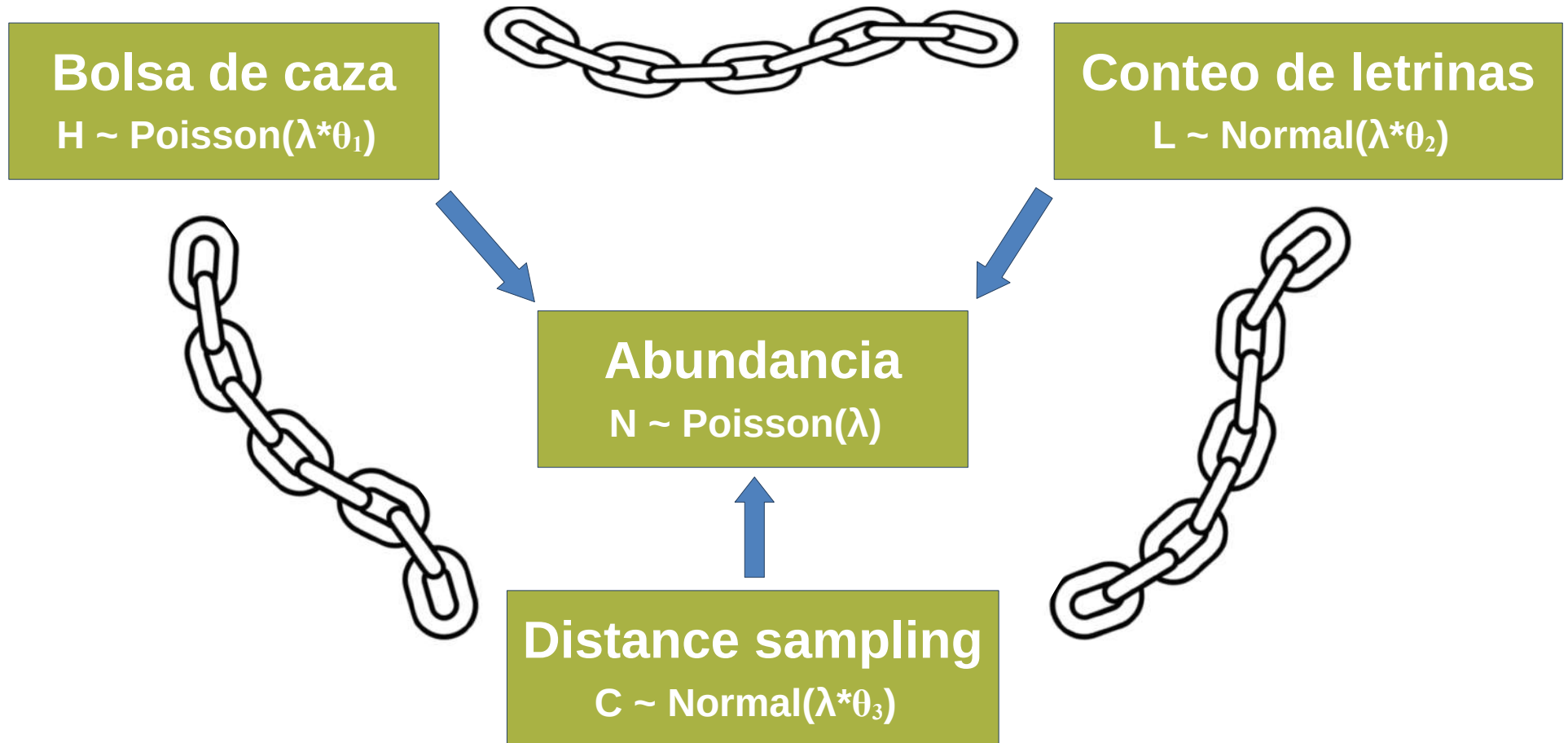
$N \sim \text{Poisson}(\lambda)$













```
# LIKELIHOOD
# Abundance process
for (i in 1:ncell) {
  N[i] ~ dpois(lambda[i])
  log(lambda[i]) <- b0 + b1 * X1[i] + b2 * X2[i] + b3 * X3[i]
}
# Harvest data
for (h in 1:nhg) {
  harvest[h] ~ dpois(lambda_hg[h] * (S[h]))
  log(lambda_hg[h]) <- log(sum(lambda[low[h]:high[h]]))
  logit(S[h]) <- a0 + a1 * W1[h] + a2 * W2[h] + a3 * W3[h] + a4 * W4[h]
}
# Distance sampling data
for (j in 1:nds) {
  dsN[j] ~ dnorm(mean = lambda_dsN[j], sd = 100)
  log(lambda_dsN[j]) <- log(sum(lambda[dsLow[j]:dsHigh[j]]))
}
# Latrine counts
for (k in 1:nlet) {
  letKm[k] ~ dnorm(mean = letKm_1km[k], sd = 1)
  letKm_1km[k] <- (log(lambda[letID[k]]) + c0) / c1
}
```

- Verosimilitud conjunta
- Inferencia Bayesiana
- NIMBLE



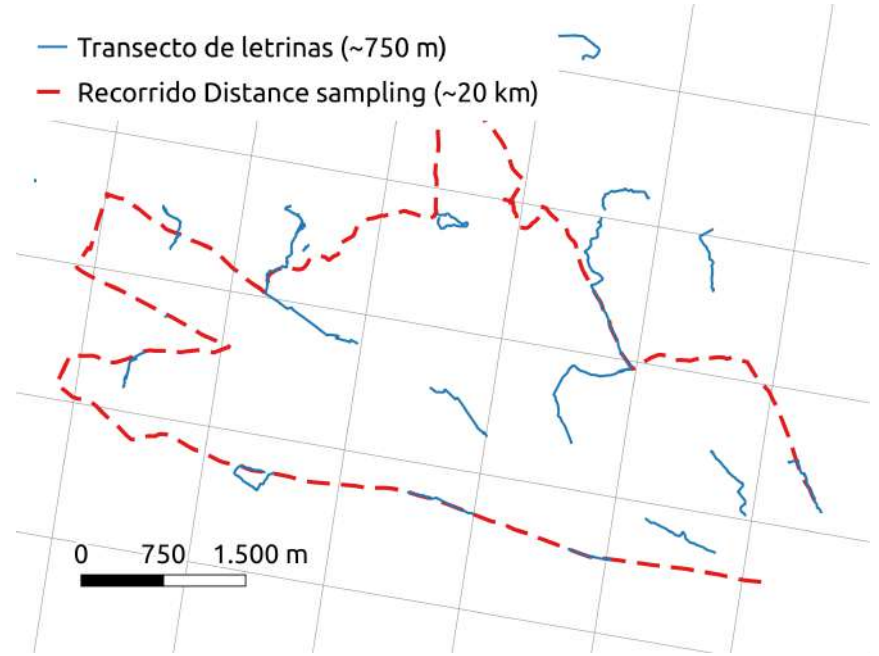
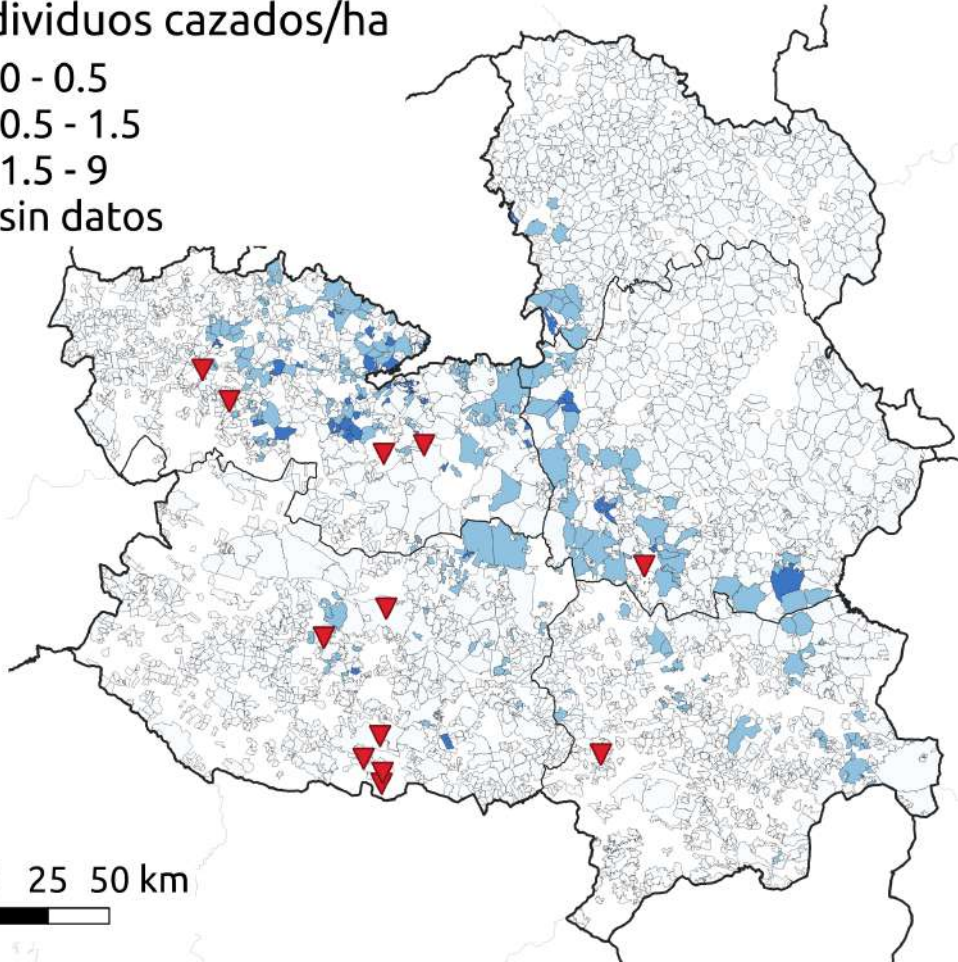
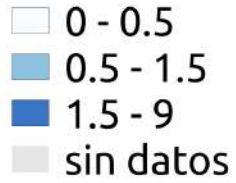


Caso práctico: el conejo de monte en Castilla-La Mancha



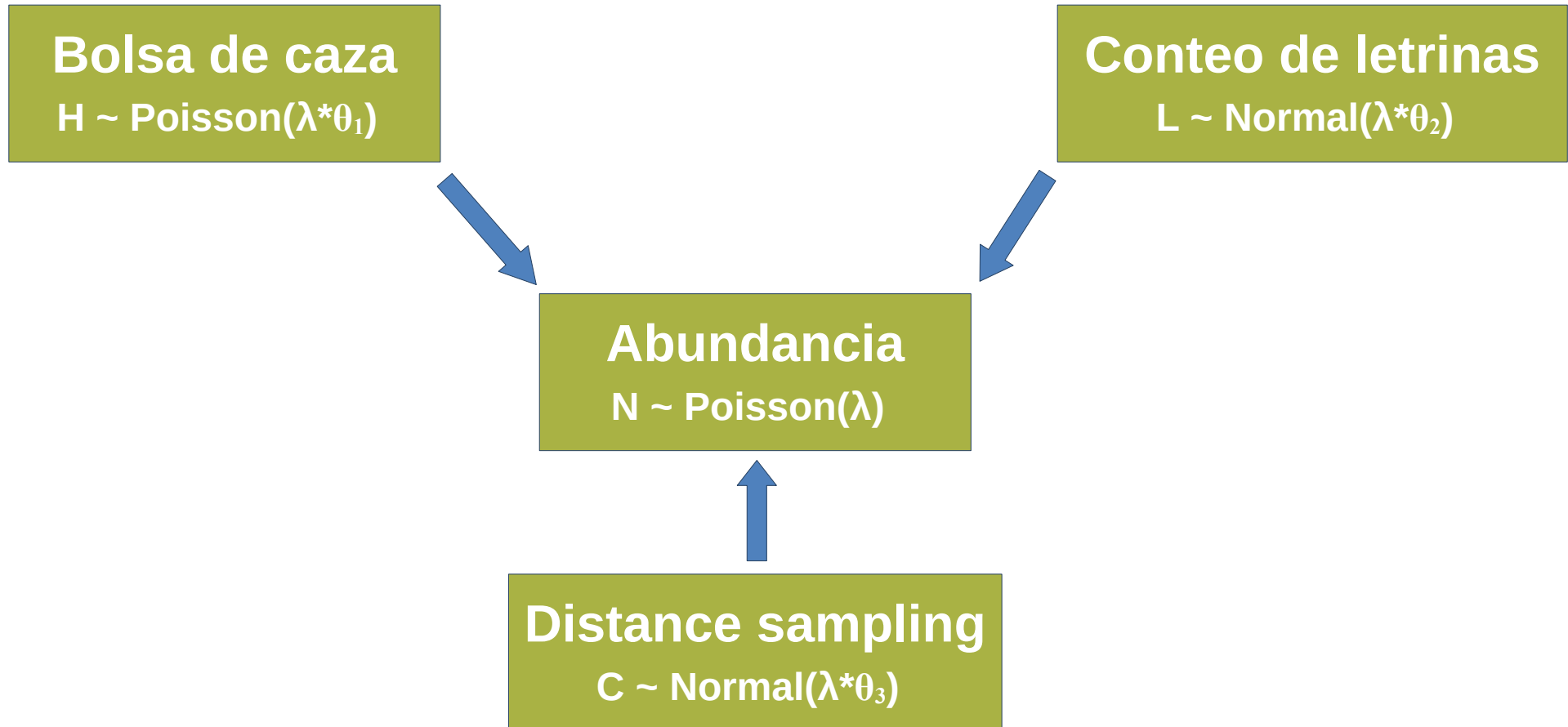


Individuos cazados/ha



- 2720 cotos con bolsa de caza
- 58 cuadrículas con conteos de letrinas
- 12 *distance sampling* (4 repeticiones)







Animales cazados ~ Animales totales * porcentaje





Animales cazados ~ Animales totales * porcentaje



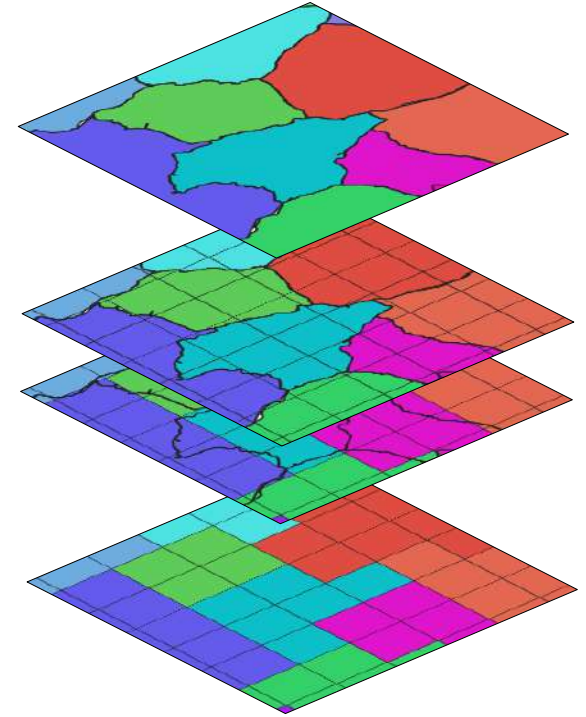


Animales cazados ~ Animales totales * porcentaje



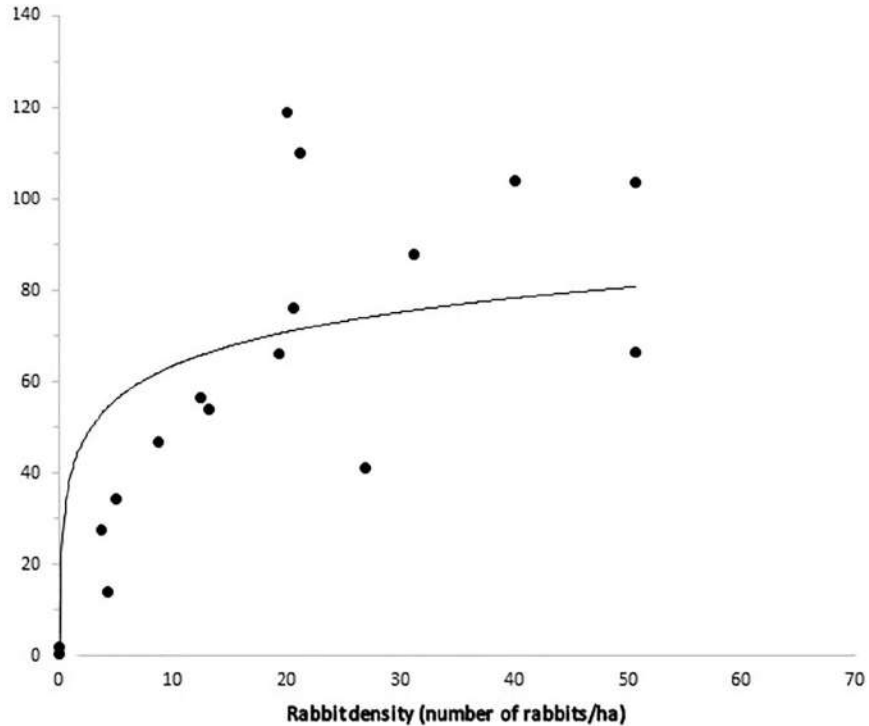


Animales cazados \sim Animales totales * porcentaje





2008



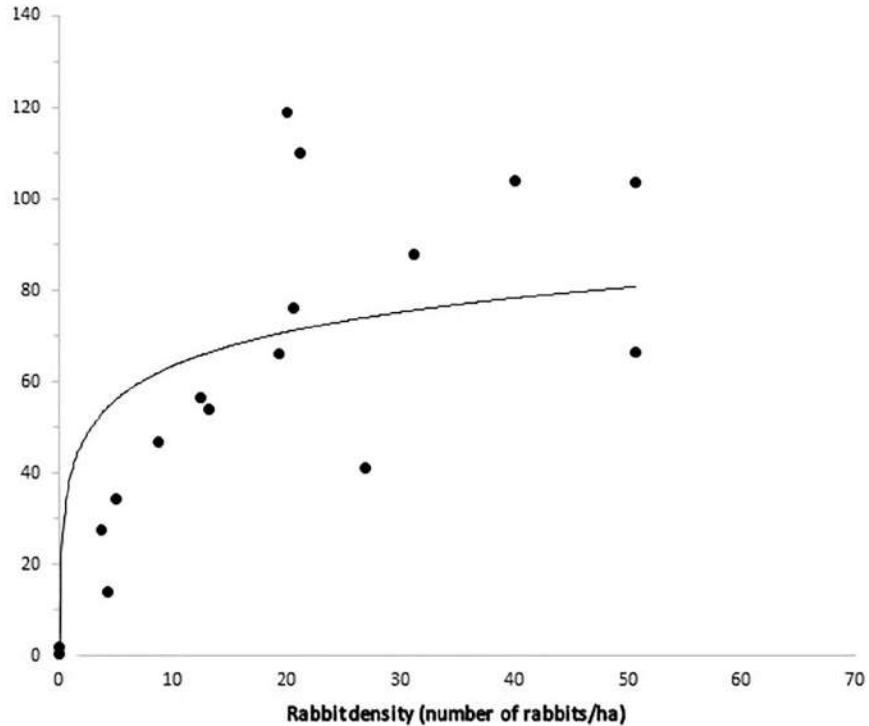
$$\log(\text{rabbit density}_{2008}) = -7.91 + 2.22 * \log(\text{number of latrines}/2 \text{ km})$$

Cabezas & Virgós (2022)





2008

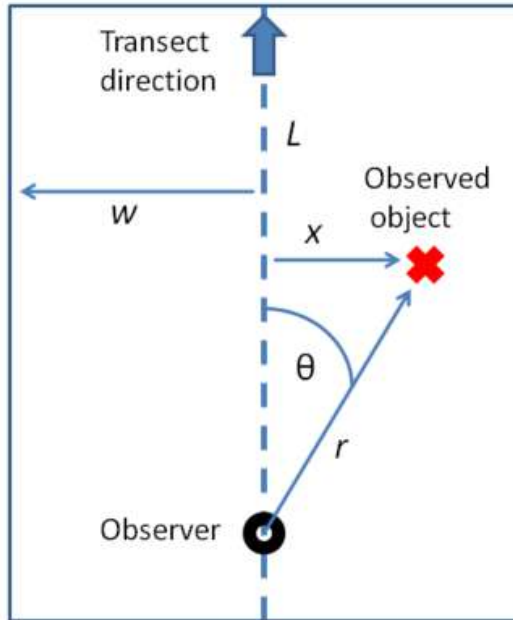


$$\log(\text{rabbit density}_{2008}) = -7.91 + 2.22 * \log(\text{number of latrines}/2 \text{ km})$$

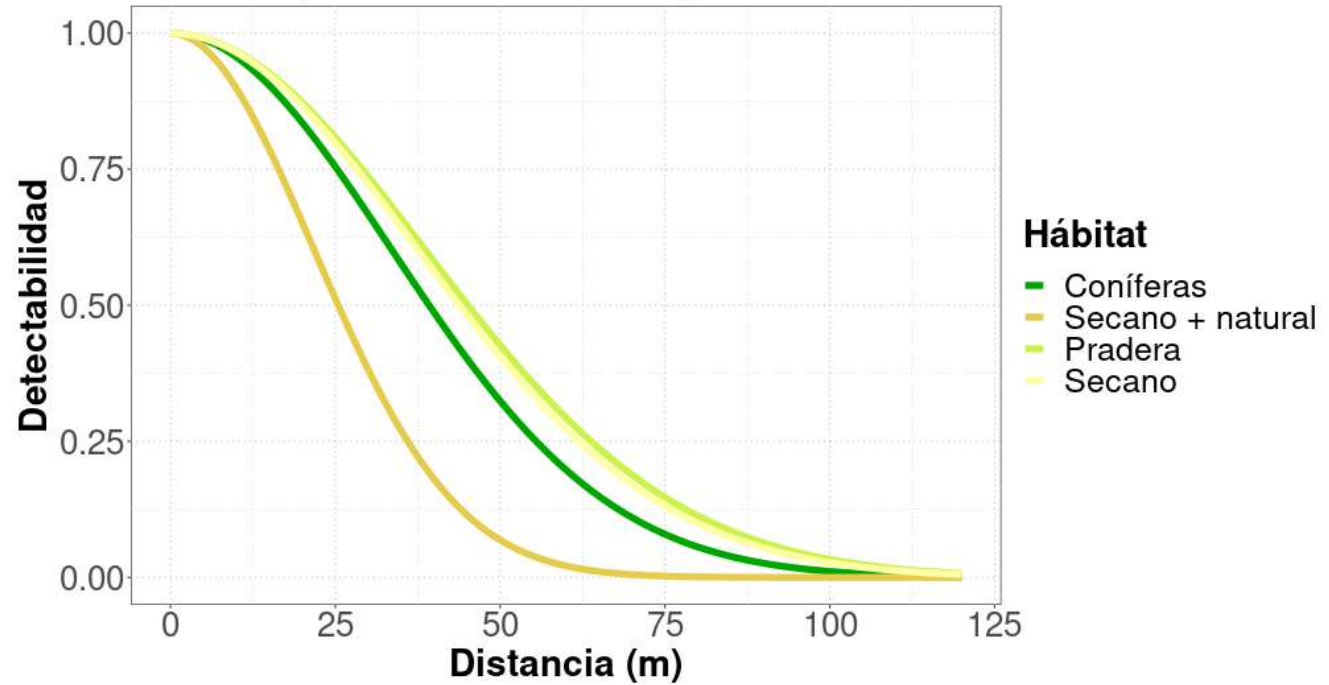
$$\log(\text{densidad}) = \gamma_0 + \gamma_1 * \log(\text{letrinas}/\text{km})$$

Cabezas & Virgós (2022)





Curva de detectabilidad respecto la distancia y el hábitat

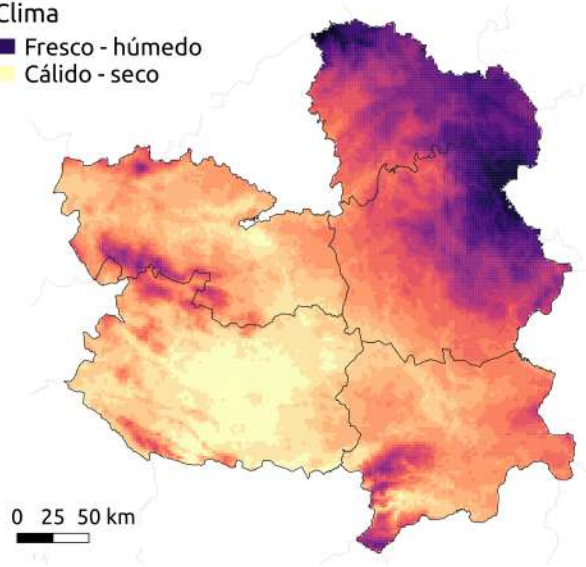


Submodelo para la abundancia de conejos



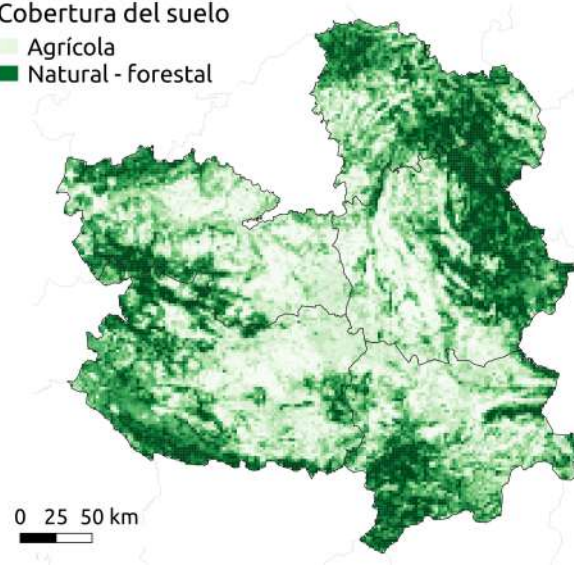
Clima

- Fresco - húmedo
- Cálido - seco



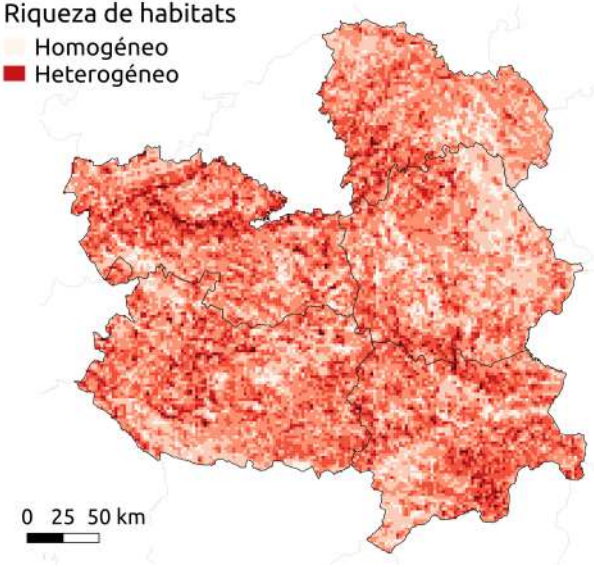
Cobertura del suelo

- Agrícola
- Natural - forestal



Riqueza de hábitats

- Homogéneo
- Heterogéneo



N° conejos \sim clima + cobertura + riqueza de hábitat





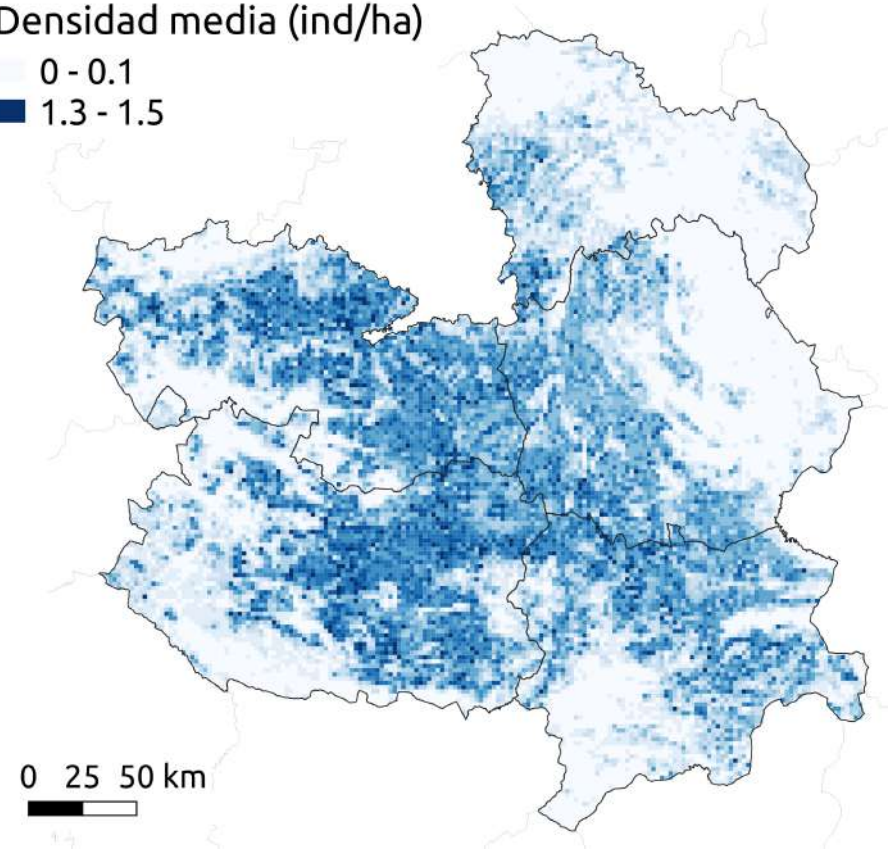
Efecto de las covariables

- Mayor abundancia en climas cálidos/secos
- Mayor abundancia en hábitats agrícolas
- Mayor abundancia a mayor riqueza de hábitats

Densidad media (ind/ha)

0 - 0.1

1.3 - 1.5



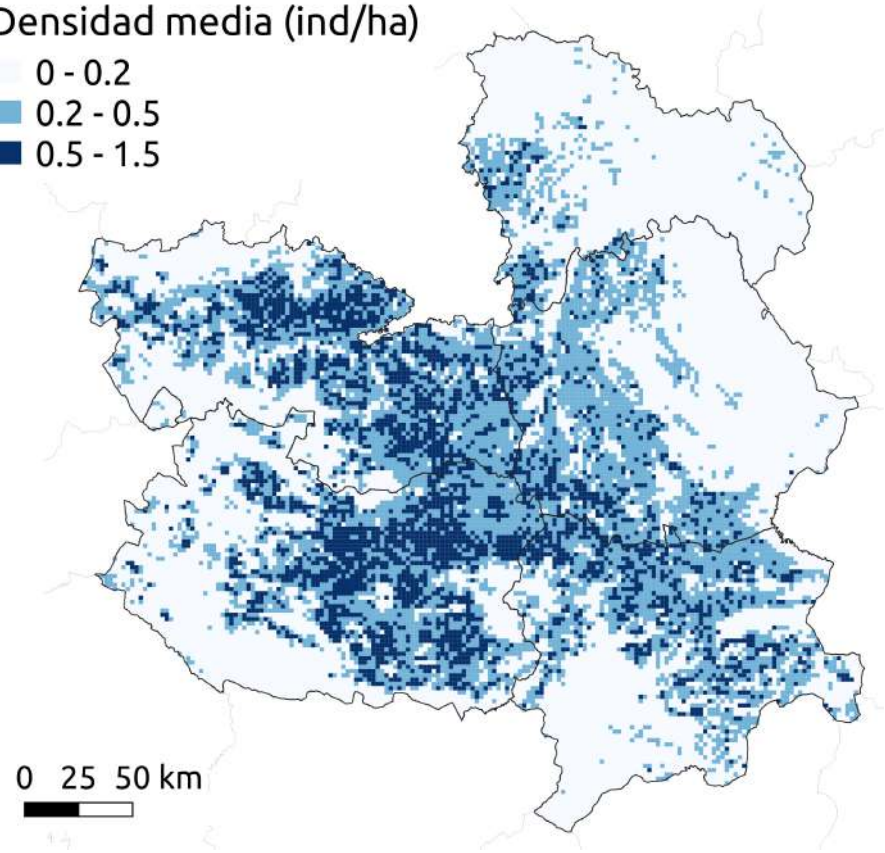


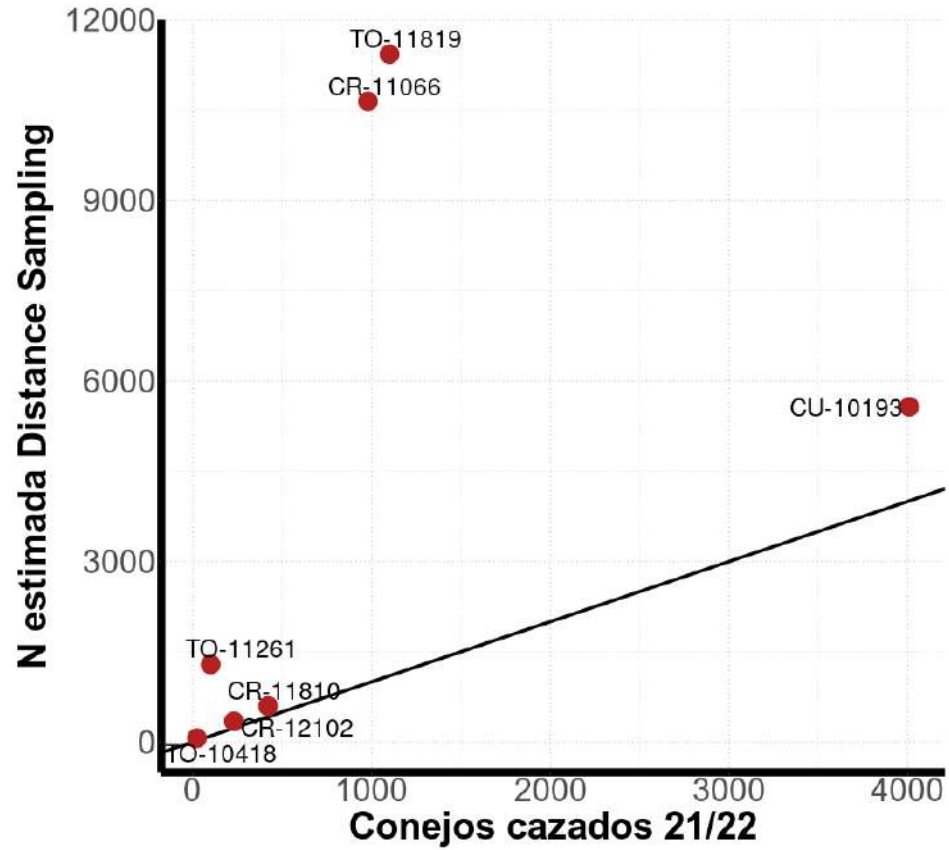
Efecto de las covariables

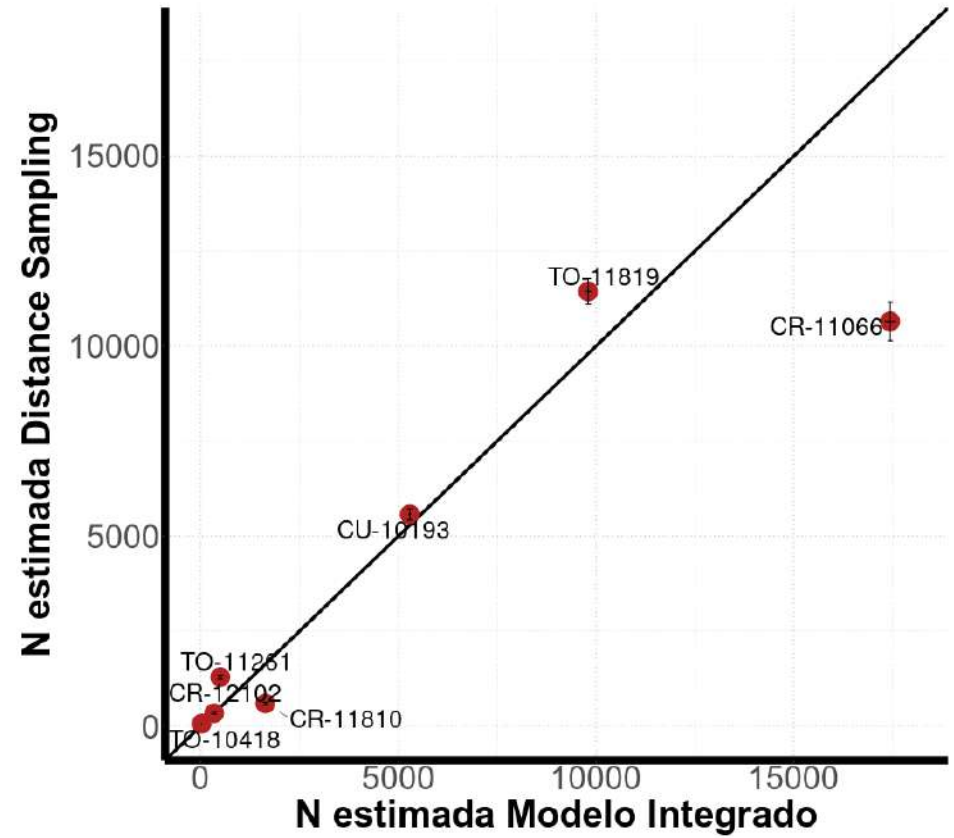
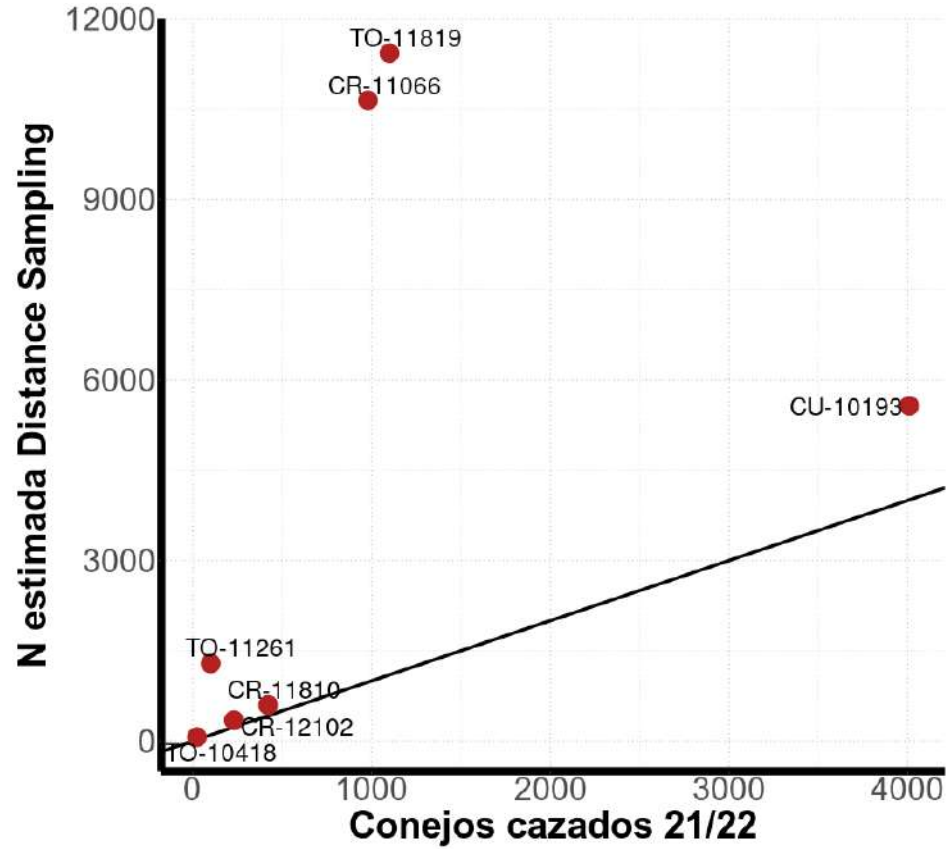
- Mayor abundancia en climas cálidos/secos
- Mayor abundancia en hábitats agrícolas
- Mayor abundancia a mayor riqueza de hábitats

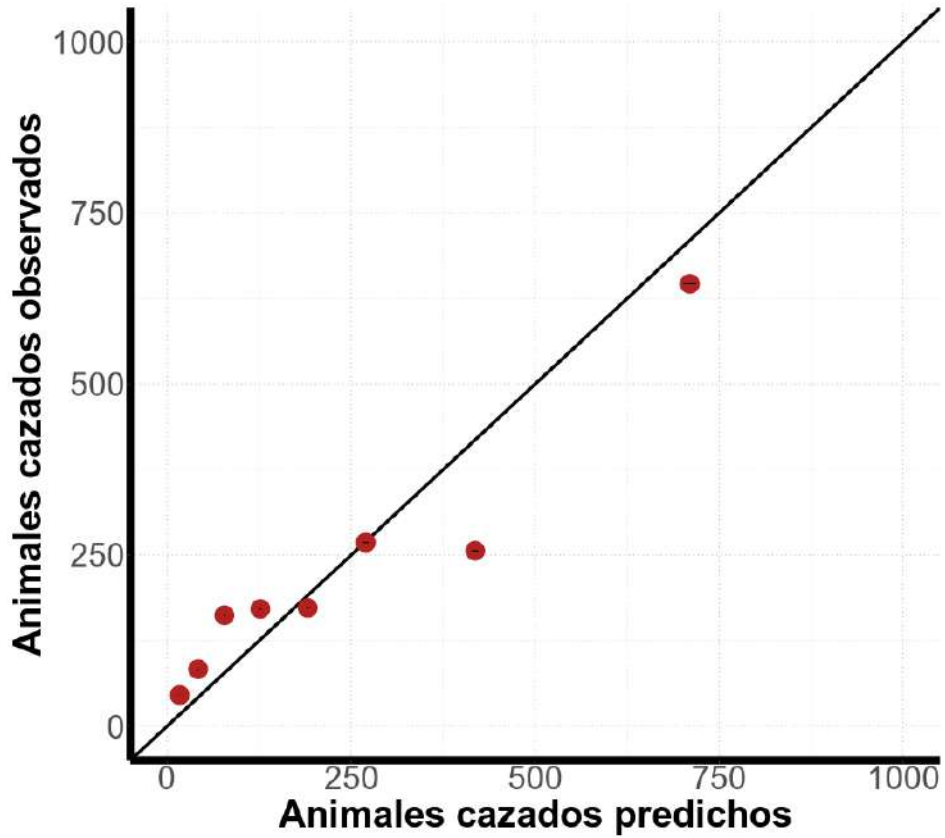
Estima poblacional ~ 2.200.000
(1.300.000 animales cazados en 21-22)

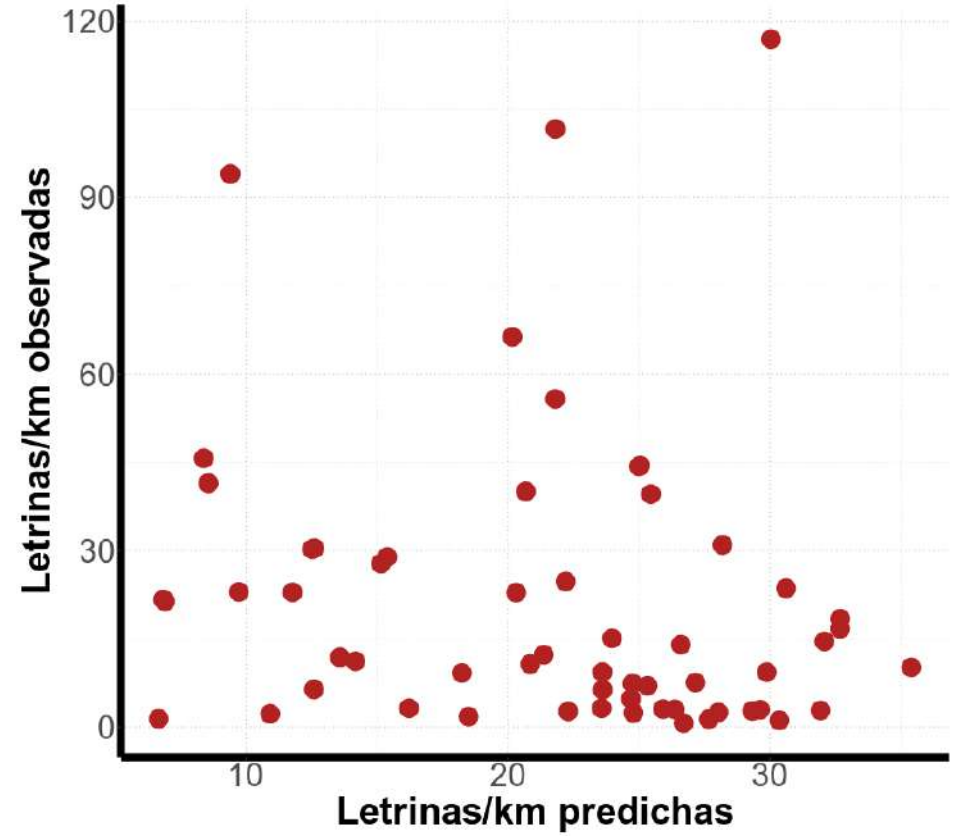
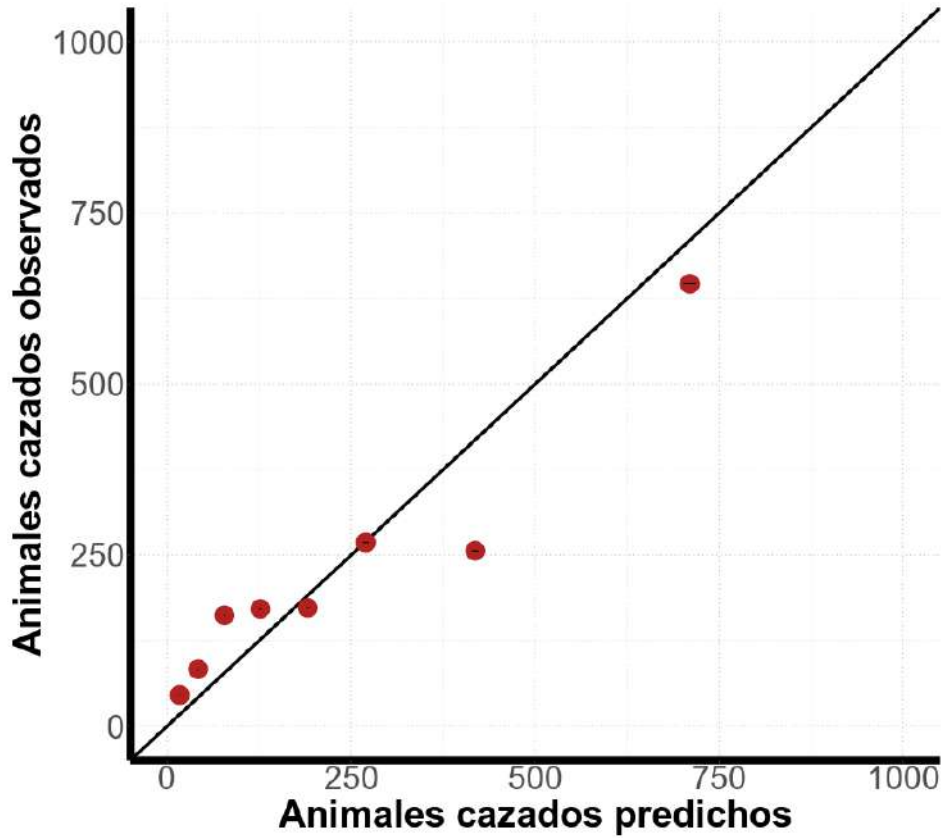
Densidad media (ind/ha)













- El marco de modelización jerárquico permite integrar diferentes fuentes de datos con distintas características para obtener estimas de abundancia a una alta resolución.





- El marco de modelización jerárquico permite integrar diferentes fuentes de datos con distintas características para obtener estimas de abundancia a una alta resolución.
- Para obtener buenas estimas es crucial entender el proceso mediante el cual se generan los datos. Una mayor información sobre el esfuerzo de caza u otros procesos mejoraría las predicciones.





- El marco de modelización jerárquico permite integrar diferentes fuentes de datos con distintas características para obtener estimas de abundancia a una alta resolución.
- Para obtener buenas estimas es crucial entender el proceso mediante el cual se generan los datos. Una mayor información sobre el esfuerzo de caza u otros procesos mejoraría las predicciones.
- La homogenización de fuentes de datos facilitan la obtención de estimas poblacionales.





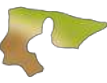
- El marco de modelización jerárquico permite integrar diferentes fuentes de datos con distintas características para obtener estimas de abundancia a una alta resolución.
- Para obtener buenas estimas es crucial entender el proceso mediante el cual se generan los datos. Una mayor información sobre el esfuerzo de caza u otros procesos mejoraría las predicciones.
- La homogenización de fuentes de datos facilitan la obtención de estimas poblacionales.
- Esta aproximación es aplicable al seguimiento de otras especies que precisen de planes de manejo o de conservación.





- El marco de modelización jerárquico permite integrar diferentes fuentes de datos con distintas características para obtener estimas de abundancia a una alta resolución.
- Para obtener buenas estimas es crucial entender el proceso mediante el cual se generan los datos. Una mayor información sobre el esfuerzo de caza u otros procesos mejoraría las predicciones.
- La homogenización de fuentes de datos facilitan la obtención de estimas poblacionales.
- Esta aproximación es aplicable al seguimiento de otras especies que precisen de planes de manejo o de conservación.
- Esta aproximación es flexible y escalable, permitiendo la adición de nuevas fuentes de datos en el futuro en función de la disponibilidad.





¡Muchas gracias!



Javier Fernández-López
CEFE – CNRS Montpellier, Francia
jflopez.bio@gmail.com



@javi_ferlop

